Le FORTY2, émetteur-récepteur BLU complet pour le 40 m



1 – N'est-il pas élégant ce Forty2 ?

PREMIÈRE PARTIE

Le Forty, transceiver BLU QRP pour la bande des 40 m a connu un véritable succès. Son concepteur, Luc F6BQU, a décidé de l'améliorer (modifications publiées dans MÉGAHERTZ magazine) puis de passer à la seconde génération : le Forty2 est né, nous allons vous proposer sa description et sa réalisation dans cet article en deux parties. Jean-Marc, F5RDH, est venu rejoindre F6BQU et a pris en charge le développement du synthétiseur et le programme du microcontrôleur. Grâce à cette description, vous pourrez réaliser cet émetteur-récepteur de toutes pièces ou en faire l'acquisition, sous forme de kit, auprès de l'ARTRA.

Le Forty première version, paru dans MÉGAHERTZ magazine n° 244, était un émetteur-récepteur BLU simple à réaliser. Il a connu un énorme succès et a été construit à de nombreux exemplaires. Son succès était dû à son concept très simple, une seule platine de dimensions réduites, pas de fils à souder, et une puissance raisonnable de cinq watts HF.

Quelques améliorations ont été apportées à la platine d'origine, le rendant encore plus performant. Ce qui donna naissance à la nouvelle version et aux modules additionnels, tels que compresseur de modulation, S-mètre et fréquencemètre, parus dans MÉGAHERTZ magazine n° 267 et 268. Mais il ne pouvait prétendre être une station à part entière. C'est pour cela qu'est né le Forty2 (**figure 1**).

Basé sur le concept simple du Forty, de nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées : un microcontrôleur gérant différentes fonctionnalités, dont un synthétiseur de fréquence, un affichage LCD, une bande passante BF ajustable, un compresseur de modulation, un RIT avec possibilité de trafic en split, etc. La puissance BF a été augmentée de façon à avoir une écoute confortable sur haut-parleur, même en ambiance bruyante.

Bref, le Forty a évolué vers une station à part entière, et facile à exploiter dans toutes les circonstances.

La bande des 40 mètres a été choisie pour plusieurs raisons. Elle est pratiquement ouverte à toutes les heures de la journée et ceci toute l'année, on y contacte de nombreuses stations de l'Hexagone, et elle aura prochainement un regain d'intérêt, lors de son extension programmée.

DESCRIPTION

Il est utile de faire une mise au point avant toute description. Il n'est pas question ici de réaliser un émetteur-récepteur aux performances exceptionnelles rivalisant avec les stations commerciales les plus chères.

Le Forty2 a été conçu pour pouvoir être réalisé facilement, avec des composants bon marché et disponibles à ce jour. Sa mise au point doit être simple, avec des outils courants. En plus, il est très agréable à utiliser, principalement à cause de son faible bruit à la réception, et à son filtre de bande très efficace sur les QRM (brouillages).

Les caractéristiques du Forty2 (mesurées sur les prototypes), sont données en encadré.

À noter que la platine émetteur-récepteur, complétée d'un VFO extérieur, peut-être utilisée seule.

ANALYSE DES SCHÉMAS

Un coup d'œil sur le schéma synoptique (**figure 2**) permet de mieux comprendre le fonctionnement de l'ensemble.

DÉTAILS DU RÉCEPTEUR

(**figures 3**, **4** et **5**)

Le signal issu de l'antenne, transitant par le filtre passe-bas de l'émetteur puis par le relais émission-réception, est appliqué sur un filtre passe-bande à trois cellules. Le premier filtre accordé L3-CA1 est un filtre série. Puis deux filtres accordés parallèles L4-C4 et L5-C6, à très faible couplage (C5).

Q1 est un transistor de commutation rapide (intégrant les résistances de base), commandé par le micro contrôleur 16F84, et permettant la mise à la masse de la résistance ajustable P1. Celle-ci règle le niveau d'atténuation d'entrée. IC1 (SA612) est un circuit oscillateur mélangeur à gain, qui mélange le signal utile d'entrée avec le signal issu du VCO du synthétiseur.

Les produits du mélange sont filtrés par le filtre à 4 quartz en échelle (X1 à X4), et ne subsiste que la fréquence de 4,9152 MHz. La bande passante de ce filtre est réglée à 4 kHz environ (à -6 dB). L'ondulation de ce filtre est extrêmement faible. Q2 est un simple amplificateur FI, pour compenser la perte en insertion du filtre à quartz.

IC2 (oscillateur mélangeur à gain SA612) est le détecteur

de produit, c'est-à-dire qu'il mélange la FI (fréquence intermédiaire) à la fréquence du quartz X5, pour restituer la basse fréquence audible (BF). CA2 permet un ajustement précis de la fréquence de l'oscillateur à quartz (BFO) afin de centrer correctement le spectre BF utile par rapport au filtre à quartz.

La tension d'alimentation des circuits IC1 et IC2 est fixée à 6,2 volts par la diode Zener D1. La BF, issue de la sortie symétrique de IC2, est appliquée à l'entrée symétrique du préamplificateur BF (IC3-LM386). C19 sert à éliminer les résidus HF, C20 et C21 isolent les deux circuits en tension.

Le schéma du préamplificateur BF est très simple. C22 règle le gain de IC3 à sa valeur maximale (46 dB). Cette amplification est nécessaire pour avoir une tension de CAG (contrôle automatique de gain) conséquente.

Le CAG est très simple mais néanmoins efficace. Voyons son fonctionnement : la tension continue interne, présente aux broches 1 et 2 des SA612, est normalement de 1,4 volt. Si on diminue cette tension, par une action extérieure, le gain des SA612 diminue également, allant jusqu'à une atténuation très forte.

Pour générer cette tension de contrôle de gain, on prélève une partie du signal BF en sortie de IC3, on la redresse (D2), on règle la constante de temps de retombée (C26, R8), et on applique cette tension continue au transistor Q3. Ce dernier joue le rôle de résistance variable entre les broches 1 et 2 de IC2 et la masse. R9 est une résistance de limitation. On a donc un pont diviseur variable constitué de la résistance interne à IC2 et de R9.

La tension varie de 1,4 volts (sans signal) à 0,6 volt (signal maximum). Celle-ci est appliquée sur IC1 et également sur IC2, augmentant ainsi la dynamique de CAG, avec une légère différence de tension sur IC1 (R10) pour ne pas trop atténuer les signaux faibles.

La self L6 sert à égaliser les tensions continues sur les broches 1 et 2 de IC2, tout en évitant à la HF d'être court-circuitée à la masse par C15.

La résistance ajustable P3 sert à ajuster le niveau BF pour ne pas saturer le circuit passe-bas IC16 (**figure 5**). Trop de gain amènerait un taux de distorsion trop élevé.

LES CARACTÉRISTIQUES DU FORTY2

RÉCEPTEUR :

- simple changement de fréquence (FI 4,9152 MHz),
- sensibilité < 0,8 uV,
- sélectivité 800 Hz à 4 kHz, par filtre du 8e ordre, programmable,
- IP3 à +5 dBm (signaux espacés de 20 kHz),
- réjection fréquence image > 50 dB,
- atténuateur HF commutable et ajustable de - 3 à - 36 dB,
- dynamique CAG 65 dB (globale + de 80 dB),
- puissance BF 2,5 watts sur 8 ohms.

ÉMETTEUR :

- puissance HF 4 à 5 watts efficaces sur 50 ohms,
- suppression harmoniques > 45 dB (h2) et > 55 dB (h3),
- IMD (2 tons) > 20 dB,
- taux de compression ajustable de 1/1 à 12/1,
- réjection porteuse résiduelle > 35 dB.

SYNTHÉTISEUR :

- couverture 2,085 à 2,385 MHz (7,000 à 7,300 MHz),
- pas de 10 - 1 - 0,1 kHz,
- RIT (split) sur toute la couverture (pas de 100 Hz),
- mémorisation décalage en fréquence suivant fréquence centrale des filtres à quartz,
- mémorisation fréquence et modes à l'extinction.

CONSOMMATIONS SOUS 13,8 VOLTS :

- réception 150 mA en moyenne,
- émission 1 000 mA maximum.

Le circuit (MAX293) utilisé ici est un filtre passe-bas à capacités commutées, elliptique, du 8e ordre, avec d'excellentes performances. En effet, quel confort d'écoute quand on peut quasiment éliminer les signaux aigus de stations trop près de la fréquence écoutée ! En BLU, mais aussi et surtout en CW, où ne persiste plus que la station écoutée, et ceci avec très peu de souffle. En plus, quelle que soit la largeur de bande choisie, il n'y a aucune déformation du signal, ni aucun son de cloche, comme dans la plupart des filtres.

On peut comparer facilement la réception avec celle d'un récepteur équipé d'un filtre DSP BF.

Le réglage de la bande passante se fait par variation de la capacité à la borne 1 de IC16, ce qui fait varier la fréquence de l'oscillateur interne du MAX293 déterminant la valeur de la bande passante. On aurait pu y placer une diode varicap avec une grande variation de capacité, style BB112, mais la solution adoptée ici est la commande par le microcontrôleur 16F84.

Le microcontrôleur envoie ses instructions à IC12 (4094 sur schéma **figure 4**), lequel sélectionne les condensateurs adéquats C86 à C92 (mise à la masse par les transistors de commutation Q9 à Q15).

L'alimentation de IC16 (6 volts) se fait au travers du régulateur IC15. La BF filtrée, disponible sur la broche 5 de IC16, est dirigée d'une part vers l'amplificateur de S-mètre (H9-1), après avoir été redressée par les diodes au germanium D14 et D15 et le niveau réglé par P9, d'autre part vers le potentiomètre de volume (Pot1).

L'amplificateur BF final (IC17) utilise un circuit LM380N, capable de délivrer plus de 2 watts sous 12 volts. Le signal est dirigé sur un connecteur pour haut-parleur externe (H13). Si rien n'est branché sur le connecteur externe, le haut-parleur interne est automatiquement mis en service (H12).

DÉTAILS DE L'ÉMETTEUR

(**figure 3**).

Le signal issu du microphone (de préférence un modèle dynamique basse impédance) est appliqué à l'entrée 4 de IC5. Le condensateur de découplage C31 est utile lors de l'utilisation d'un microphone haute impédance, et contre les retours HF.

Le SSM2165-1 est un préamplificateur BF faible bruit, incorporant un compresseur de modulation et un réducteur de bruit ambiant. Le taux de compression est ajustable avec un rapport de 1/1 (sans compression) à 15/1. Le réglage se fait par variation de la résistance sur la broche 6 du circuit. 0 ohm correspond à un rapport de 1/1 et 250 kilohms à un rapport de 15/1. Sur notre circuit se trouve une résistance ajustable de 200 kilohms (P4).

On peut donc faire varier le taux de 1/1 à 1/12. Mais il est inutile de dépasser 1/8, suffisamment efficace sans aucune distorsion. Le circuit fonctionnant exclusivement sous 5 volts, il a été ajouté un régulateur de tension (IC4).

P5 ajuste le niveau du signal avant injection sur la broche 1 de IC6 (SA612). C127 évite de dérégler le modulateur équilibré en fonction de la position de P5. IC6 est monté en



Filtre passe-bande 7 MHz
Q1
Atténuateur
Antenne
Rx
Tx
5 W
Filtre passe-bas 7 MHz
Mélangeur à gain
IC1
Display
LCD 1x16
Q4 Q5 Q6
Amplificateur HF
Filtre à quartz 4,9152 MHz
IC9 IC10 IC11
Synthétiseur
IC7
Mélangeur à gain
Amplificateur FI
Q2
IC8
µcontrôleur
Commandes du µcontrôleur
Filtre à quartz 4,915 MHz
Préamplificateur BF
CAG
IC3
Mélangeur à gain
IC2
BFO
4,9152 MHz
4,9152 MHz
OL
IC6
Modulateur équilibré
Filtre actif BF
IC16
IC12
Commande filtre BF
IC5
Préampli - compresseur
Amplificateur BF
IC17
S'mètre à bargraphe
IC18 IC19
Indicateur de puissance
Micro
Haut parleur

2

modulateur équilibré, avec gain, générant le signal HF en DSB (double bande latérale avec réduction de porteuse) sur la broche 4.

La fréquence de ce signal est déterminée par le quartz X6 de 4,9152 MHz. CA3 permet d'ajuster finement la fréquence du signal d'émission par rapport à celle de réception. P6 permet d'ajuster au maximum de réjection de porteuse.

La bande latérale indésirable est supprimée par le filtre à 4 quartz faisant suite à IC6.

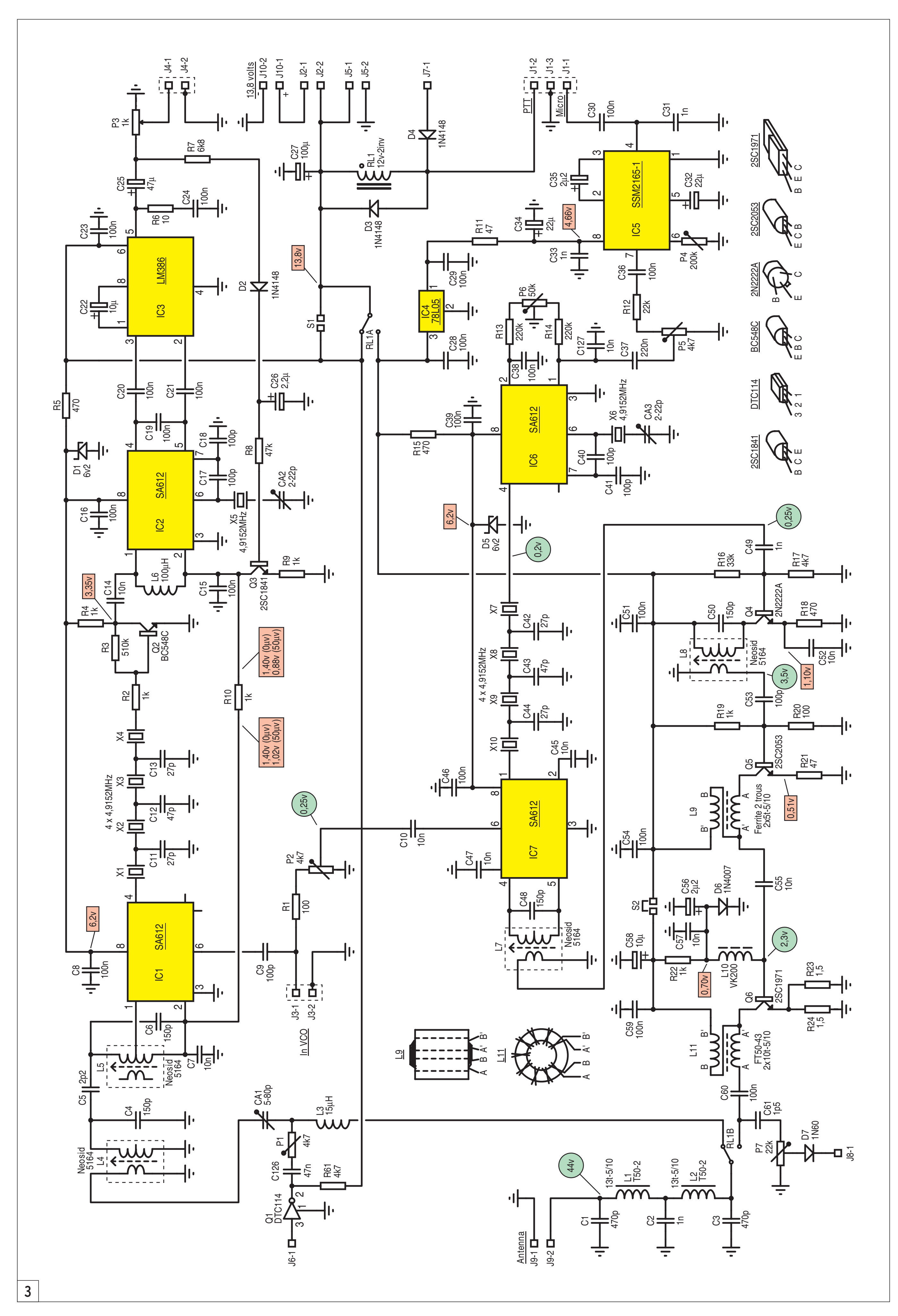
Le signal du VCO (issu du synthétiseur), dont le niveau est ajusté par P2, est mélangé dans IC7 (SA612) au signal BLU issu du filtre à quartz. Seule la fréquence utile dans la bande des 40 m est filtrée en sorties 4 et 5 de IC7 par le circuit résonant parallèle L7-C48. La tension d'alimentation des circuits IC6 et IC7 est fixée à 6,2 volts par la diode Zener D5.

Les trois étages d'amplification amènent le signal utile à une puissance de près de 5 watts HF. L'étage Q4 est un amplificateur sélectif, alors que les deux étages suivants sont à large bande.

Le transistor de puissance Q6 ayant une entrée et sortie à très basse impédance, l'utilisation de transformateurs abaisseur (L9) et élévateur (L11) d'impédance a été adoptée pour un transfert d'énergie maximum.

La diode D6 et la résistance R22 fixent, au travers de la self d'isolement HF L10, la tension de polarisation de base du transistor Q6 à 0,7 volt pour un fonctionnement de cet étage en classe AB linéaire.

Une partie infime de la HF est prélevée (C61, P7) et redressée (D7) pour l'indicateur de puissance. La sortie vers l'antenne se fait au travers du filtre passe-bas C3-L2-C2-L1-C1, afin de rejeter au maximum les harmoniques indésirables.

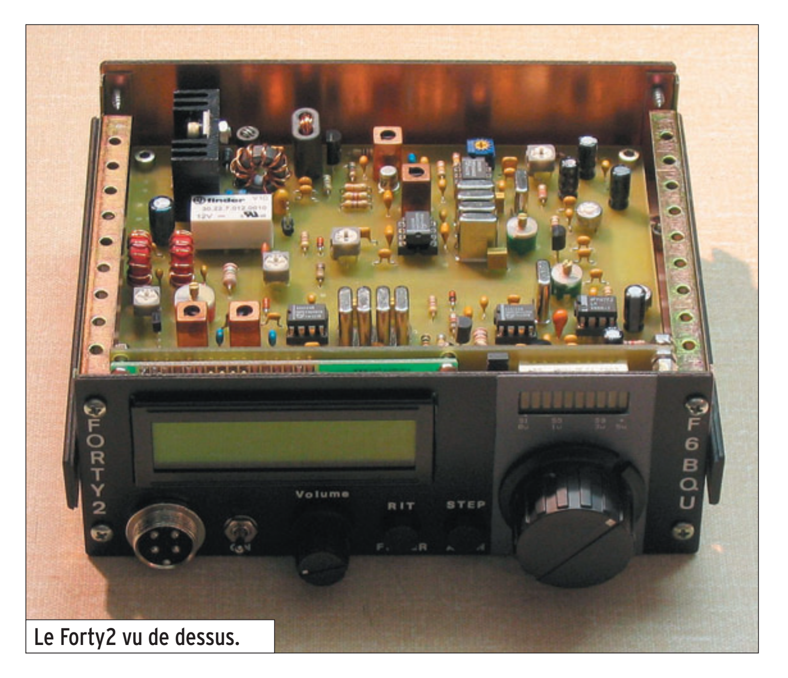

IC1 SA612
IC2 SA612
IC3 LM386
IC4 78L05
IC5 SSM2165-1
IC6 SA612
IC7 SA612
4 x 4,9152MHz
X5 4,9152MHz
X6 4,9152MHz
Q1 DTC114
Q2 BC548C
Q3 2SC1841
Q4 2N2222A
Q5 2SC2053
Q6 2SC1971
RL1 12v-2inv
D3 1N4148
D4 1N4148
D5 6v2
D6 1N4007
D7 1N60
L1 T50-2
L2 T50-2
L9 Ferrite 2 trous 2x5t-5/10
L11 FT50-43 2x10t-5/10
L10 VK200
Neosid 5164
13,8 volts
PTT
Micro
Antenna
In VCO
2SC1971
2SC2053
2N2222A
BC548C
DTC114
2SC1841
3

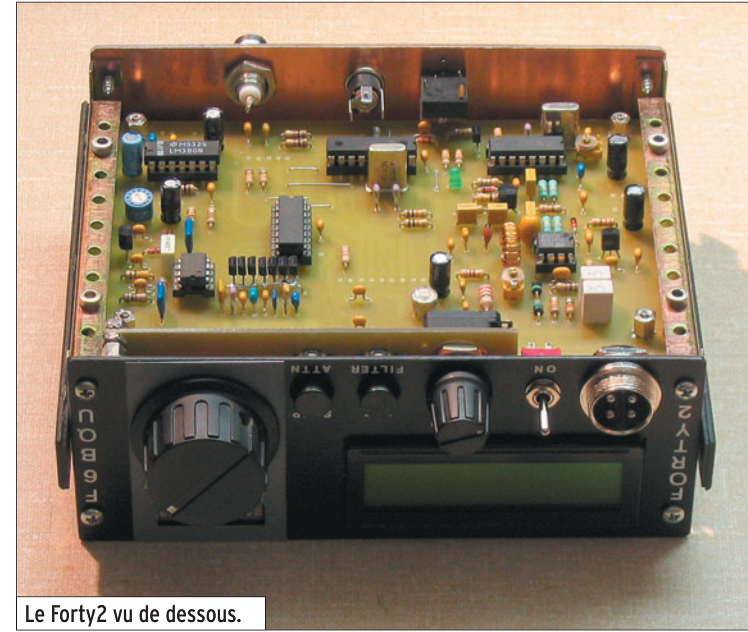






4


Le Forty2 vu de dessus.


Le Forty2 vu de dessous.

DÉTAILS SYNTHÉTISEUR

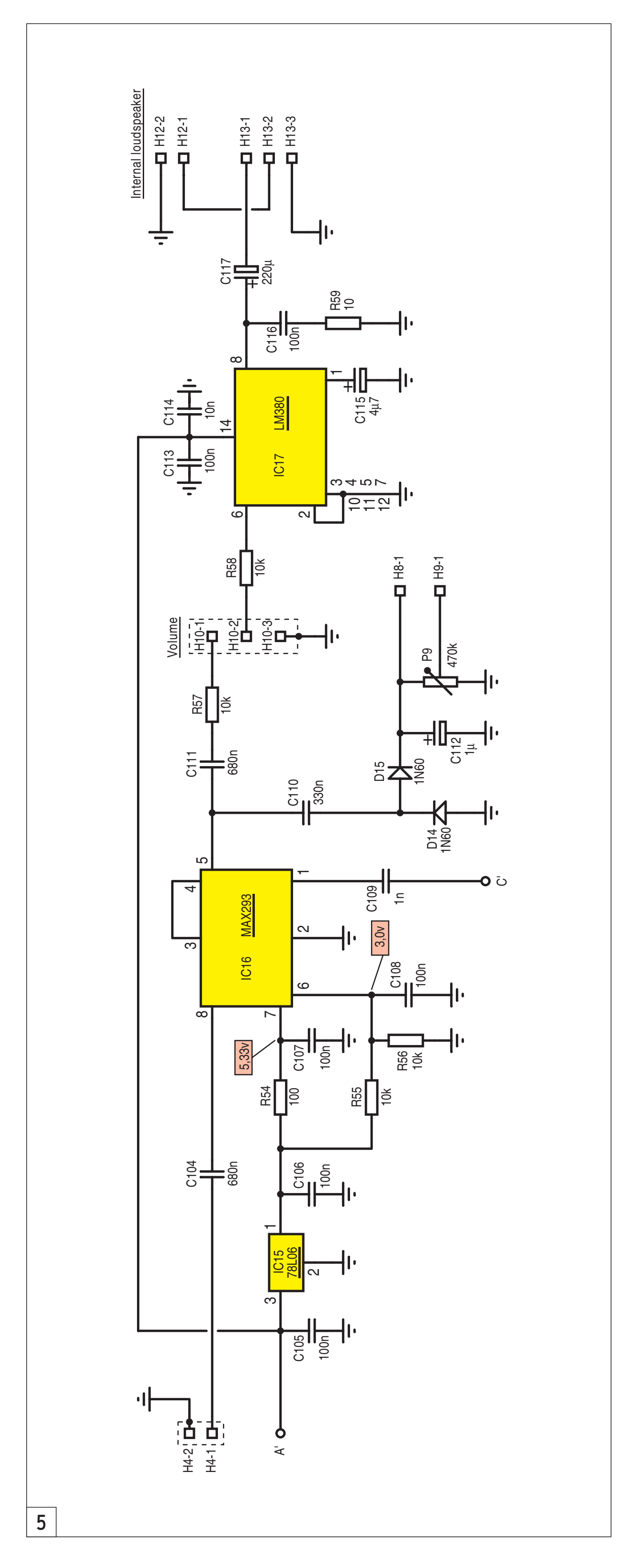
(**figure 3**)

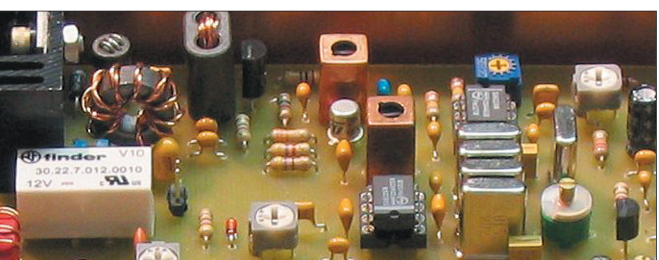
Deux circuits intégrés bon marché sont utilisés dans ce montage. Le circuit MC145170 est un synthétiseur à commande série, et le PIC 16F84 est un microcontrôleur programmable pilotant le synthétiseur, l'afficheur LCD, et quelques fonctions annexes. L'association de ces circuits ainsi qu'un bon programme permettent de réaliser des merveilles.

Les caractéristiques du synthétiseur sont intéressantes :

- synthétiseur à une seule boucle de phase aux pas de 100 Hz, 1 kHz et 10 kHz sélectionnables,
- RIT couvrant la totalité de la bande ce qui permet en plus de travailler en "split",
- lecture de la fréquence sur un afficheur LCD 1 ligne de 16 caractères.
- correction de la fréquence d'affichage suivant la fréquence centrale du filtre à quartz utilisé, et ceci par programmation accessible à l'utilisateur à la mise sous tension.

Le VCO fonctionne sur une fréquence relativement élevée (conjointement avec un filtre de boucle à comparateur de phase), pour avoir des temps de verrouillage





courts. Ce VCO est suivi d'un diviseur par dix pour fournir la fréquence utile.

Voyons le schéma de principe. Nous nous limiterons à une description simple. L'ensemble est géré par le microcontrôleur IC8 (PIC 16F84), dont le programme a été spécialement écrit pour cette application. IC8 est synchronisé à 4 MHz par X11, C80, C81. L'ensemble R34, R35, C82 et D12 forme le circuit de "reset".

La sélection de la fréquence se fait à l'aide d'un encodeur classique, sur les bits RB0 (interruption) et RB1. R36-C84 et R37-C83 forment un circuit anti-rebond.

Le bit RB6 reçoit les commandes de sélection de "pas" (100 Hz, 1 kHz ou 10 kHz) et de mise en service de l'atténuateur, le bit RB7 la sélection du mode "RIT" et des valeurs de filtres, et le bit RA2 la détection "PTT" (passage en émission). L'anti-rebond de ces commandes est géré par le programme.

IC9 (MC145170-2) est un circuit synthétiseur à commande série. IC8 envoie sous forme série les ordres à IC9 via les bits RA1 (vers Data), RB2 (vers Clock) et RA4 (vers Enable). À noter que, par manque de bits, il a fallu multiplexer RB2 (par Q8) avec l'affichage.

En même temps IC8 envoie les ordres à l'afficheur LCD en mode 4 bits. Les bits RB2 à RB5 fournissent les datas, le bit RA1 la sélection commande ou données, et RA0 la validation. Les bits RA3, RB3 et RB4 permettent de commander IC12 (registre à décalage 8 bits 4094), pour la commutation des condensateurs du filtre passe bas BF, et pour la commande atténuateur.

R30 limite le courant pour le rétro-éclairage. P8 permet de régler le contraste et C78 découple l'alimentation de l'afficheur LCD. Les résistances R31 à R33, R38, R39 et R41 sont des résistances de "pull up" (maintien au niveau haut).

La fréquence de référence du synthétiseur est de 12 MHz (X12, C95, C96 et CA5). CA5 affine la fréquence de référence. C93 et C94 découplent IC9 et la diode Led D13 permet de visualiser le verrouillage du synthétiseur.

IC11 (TL071) compare la phase des signaux issus en R et V de IC9 et fournit la tension de commande nécessaire au VCO. R45 à R50, C97 à C99 et C101 constituent les éléments du filtre de boucle. Le filtre passe-bas (R51, R52 et C102, C103) élimine tout résidu de bruit indésirable.

Le VCO est architecturé autour du transistor FET faible bruit Q7. L12, CA4 et les diodes varicap D8-D9 déterminent la fréquence d'oscillation. D10 maintient un niveau d'oscillation constant.

La diode Zener D11 détermine et régule la tension d'alimentation de l'oscillateur et du comparateur de phase. Une partie du signal prélevée sur le "drain" de Q7 est injectée en 4 de IC9 (mesure de la fréquence par le synthétiseur).

Sur la "source" de Q7 est prélevé le signal qui sera divisé par dix dans IC10 (diviseur sinus MC12080). À la sortie de ce circuit se trouve la fréquence utile, dont les harmoniques ont été réduites par le filtre passe-bas L13, C70, C71. IC13 et IC14 sont des régulateurs de tensions.

DÉTAILS DE LA FACE AVANT

(**figure 6**)

Le circuit de la face avant ne comporte que peu d'éléments. Il sert de support à l'afficheur LCD avec ses condensateurs de découplage (C118 et C119).

Y sont également fixés les boutons poussoirs et l'encodeur rotatif. C123 et C124 sont des condensateurs anti-rebonds. IC18 (LM3914) est un circuit de commande de ram-

6

pe de diodes Led. Le nombre de diodes allumées est fonction de la valeur de la tension sur la broche 5.

En ôtant le cavalier sur S3, il n'y a qu'une diode à la fois qui s'allume, cela permet de moins consommer de courant. IC20 est un régulateur de tension, le 4094 fonctionnant sous 5 volts.

À suivre…

Luc PISTORIUS, F6BQU
(développement émetteur-récepteur, circuits imprimés, implantations et prototypes)
e-mail : l.pistor@infonie.fr
site : http://lpistor.chez-alice.fr

Jean-Marc EVEILLE, F5RDH
(développement synthétiseur et programme microcontrôleur)
e-mail : f5rdh@f5rdh.com
site : http://www.f5rdh.com

Le FORTY2, émetteur-récepteur BLU complet pour le 40 m



SECONDE PARTIE ET FIN

Le Forty, transceiver BLU QRP pour la bande des 40 m a connu un véritable succès. Son concepteur, Luc F6BQU, a décidé de l'améliorer (modifications publiées dans MÉGAHERTZ magazine) puis de passer à la seconde génération : le Forty2 est né, nous vous proposons sa description et sa réalisation dans cet article en deux parties. Dans la première partie (n° 275), nous avons décrit en détail le fonctionnement de l'appareil, nous vous invitons maintenant à le réaliser entièrement ou à partir du kit proposé par l'ARTRA...

MONTAGE

Les platines doivent être montées avec grand soin si l'on veut que l'appareil fonctionne du premier coup. Les circuits imprimés ont été réalisés de façon à avoir le meilleur plan de masse possible, essentiel en montages HF. De ce fait, les espaces entre pistes et masse sont très restreints, et, si vous réalisez vous-même le circuit, l'utilisation d'un fer à souder à température régulée et à panne ultra fine est indispensable, sinon gare aux faux contacts.

Même remarque pour les composants CMS. Sinon, l'ARTRA fournit les circuits imprimés avec vernis épargne, évitant les courts-circuits lors du soudage. En plus, les composants CMS y sont soudés d'avance.

Bien vérifier les composants et leurs emplacements. Souder au plus court. Les selfs à bobiner seront réalisées suivant les schémas. Ne pas oublier les straps sur la platine du synthétiseur. Les liaisons avec l'afficheur et les commandes en face avant (**figure 17**) se feront avec du petit câble plat, c'est plus propre. Les liaisons BF et HF se feront avec du petit câble blindé. Le condensateur C125 est à souder directement sur la prise micro. Voir le schéma d'interconnexions (**figure 7**).

Ne pas oublier le radiateur de Q6, le transistor dégageant pas mal de chaleur. Idem pour la graisse silicone entre le transistor et le radiateur, ainsi qu'entre la diode D6 et le radiateur. D6 assure ainsi la protection thermique de Q6, en évitant l'emballement de ce dernier.

Des trous sont prévus sur le circuit pour relier les filtres à quartz à la masse. Mais ceci n'est pas indispensable.

Les pattes 1 (émetteurs) des transistors Q9 à Q15 doivent être reliées entre elles par un fil de masse. Cette façon de procéder simplifie l'implantation de ces composants.

Il est également préférable de faire arriver les fils de liaisons entre les platines, côté soudure. Cela fait plus propre.

L'afficheur doit être rapproché au maximum du circuit imprimé (les pattes noires de l'afficheur reposant contre le circuit). Pour cette raison, les condensateurs C118 et C119 sont soudés côté cuivre de la platine de face avant (board 3, CI **figures 10**, **13** et **16**).

Pot1 est simplement vissé sur la platine, les fils étant reliés directement sur les pattes du potentiomètre. La prise micro et l'interrupteur marche-arrêt sont fixés directement sur le boîtier, comme d'ailleurs les connecteurs antenne, audio et alimentation.

Les platines sont prévues pour être facilement intégrées dans le boîtier L640, disponible chez Dahms Electronic. La fixation est très simple et fonctionnelle (en cas de modifications ultérieures). La platine synthétiseur (board 2, CI **figures 9**, **12** et **15**) se fixe sur les rails par des entretoises de 10 mm de long, au plus près de la face arrière. La platine émetteur-récepteur (board 1, CI **figures 8**, **11** et **14**) se fixe sur la platine synthétiseur au moyen d'entretoises de 10 mm de long. Les faces cuivrées tournées l'une vers l'autre (voir photos). Et les fils et câbles de raccordement seront placés entre les deux platines. La platine face avant (board 3, CI **figures 10**, **13** et **16**) se fixe tout naturellement sur la face avant du boîtier. Il est fortement recommandé de se servir du schéma d'interconnexions (**figure 7**) pour raccorder les différentes platines...

RÉGLAGES

Appareils nécessaires au réglage :

- antenne fictive (charge) 50 ohms / 10 watts
- wattmètre, TOS-mètre
- contrôleur universel
- fréquencemètre 30 MHz
- oscilloscope 40 MHz
- générateur HF (pas indispensable)

Avant toute mise sous tension, vérifier la valeur de tous les composants en place. Ne pas confondre les selfs moulées avec les résistances, et bien faire attention au code de repérage des condensateurs. Rechercher les faux contacts et les oublis de soudage.

Dans un premier temps, ne pas placer les circuits intégrés dans leur support. Brancher

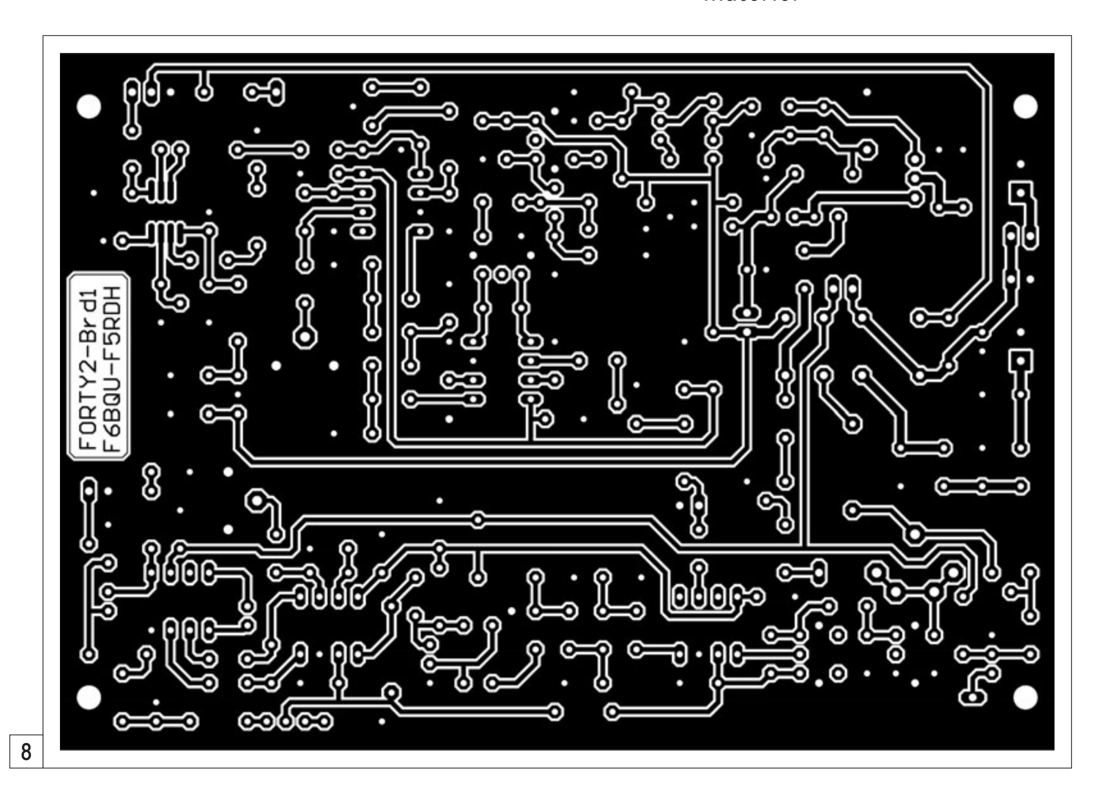
LCD Display
S'Meter Bargraph
Encoder
Step/Attn
Rit/Filter/Setup
Volume
Pot1
10kB
On/Off
Micro/PTT
C125
1n
Board 3 (Front)
K1
K2
K3
K4
H1
H2
H11
H9
H10
H8
H7
H6
H5
H4
H3
H13
H12
Board 2 (Synthe + Audio)
J8
J2
J1
J7
J6
J5
J4
J3
J10
J9
Board 1 (Tx + Rx)
Audio 4 to 32 ohms
Internal LS
Alim.
Antenna

7 – Le schéma d'interconnexions des platines.

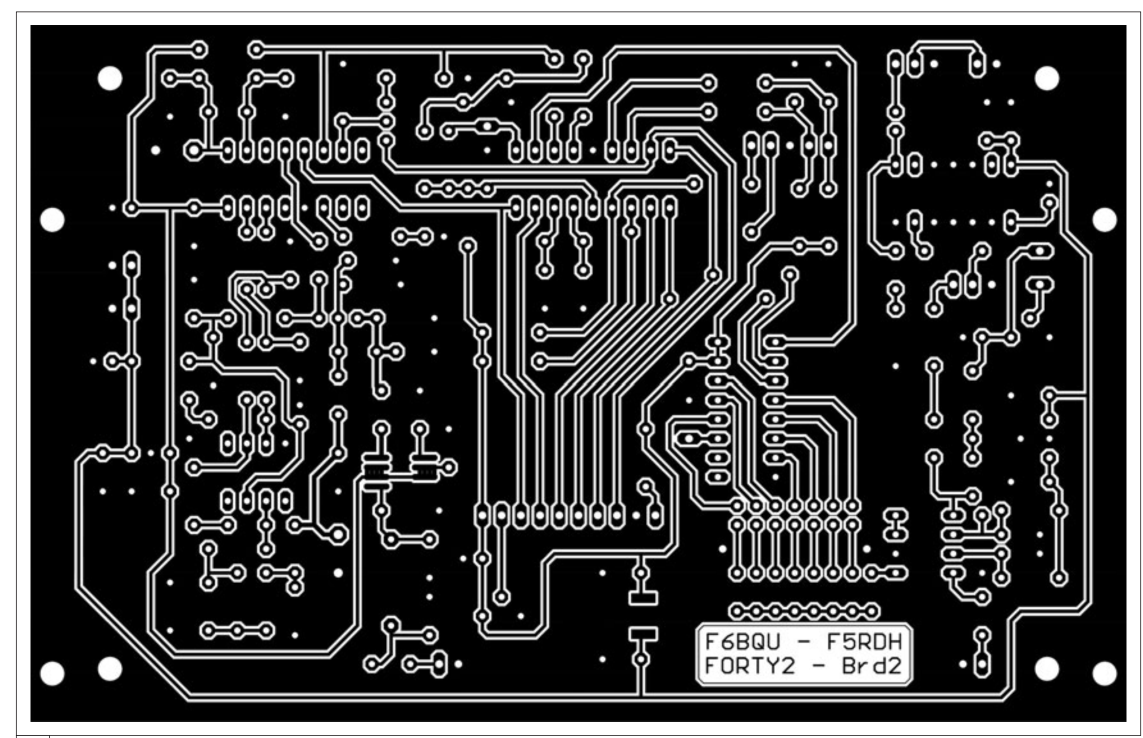




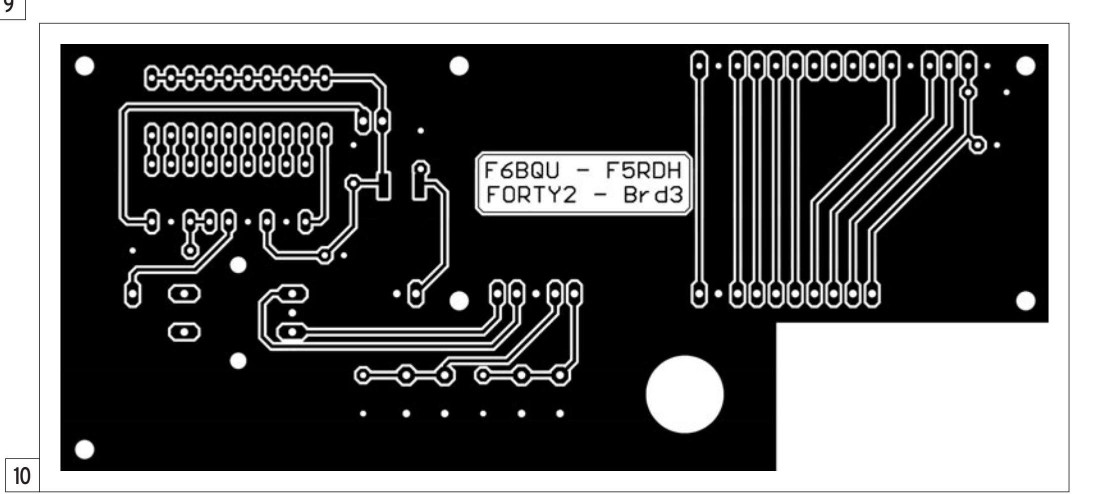




8



9



10

éventuellement une charge de 50 ohms / 10 watts dans la prise antenne.

Mettre sous tension et vérifier la présence des tensions continues régulées aux bornes des diodes Zener et des régulateurs. Les valeurs sont indiquées sur les schémas dans les petites cases rectangulaires, et ne doivent pas être supérieures ou inférieures de plus de 5 % aux valeurs inscrites. Éteindre et mettre en place les circuits intégrés.

RÉGLAGE RÉCEPTEUR

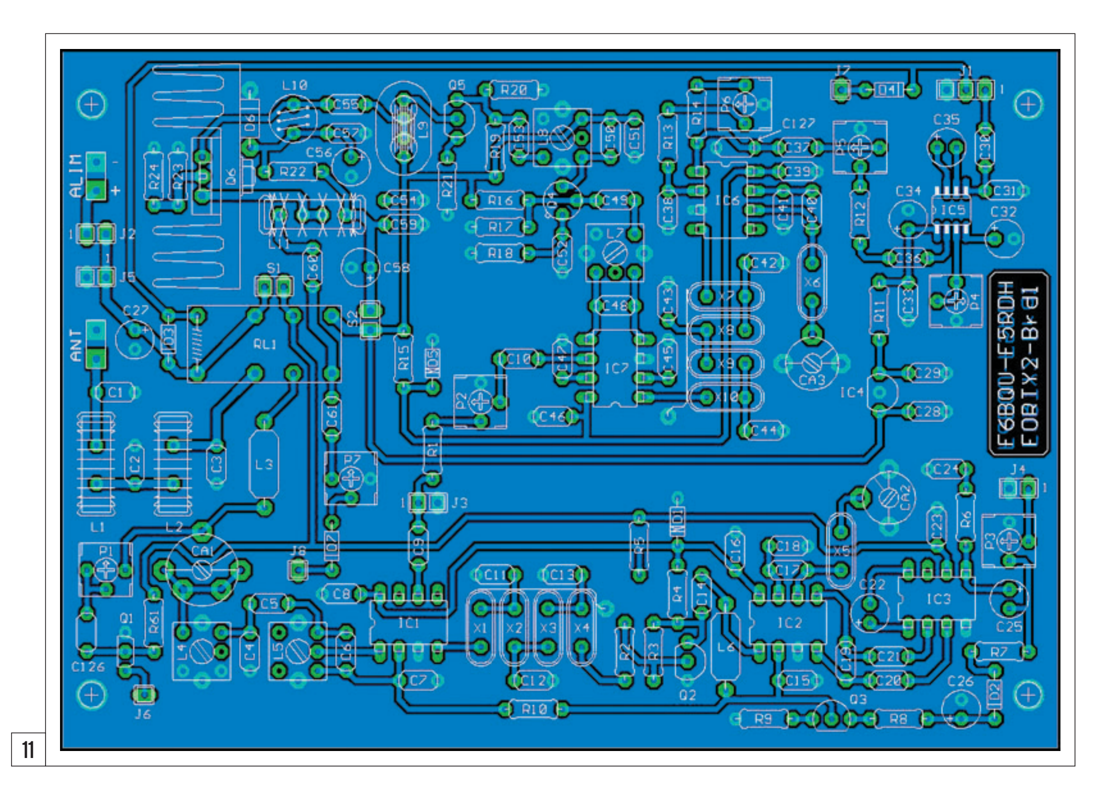
Prérégler P1, P3 et CA1 à mi-course, CA2 à un quart de la capacité totale.

Mettre sous tension. Après le temps d'initialisation, régler l'affichage sur 7.070.0. La valeur du pas se règle par appuis successifs sur le bouton-poussoir "step". Par un appui prolongé sur "filter" on affiche la valeur du filtre en service. Le changement de valeur se fait au moyen de l'encodeur rotatif. Sélectionner 2.4 kHz. Valider par un appui bref sur "filter".

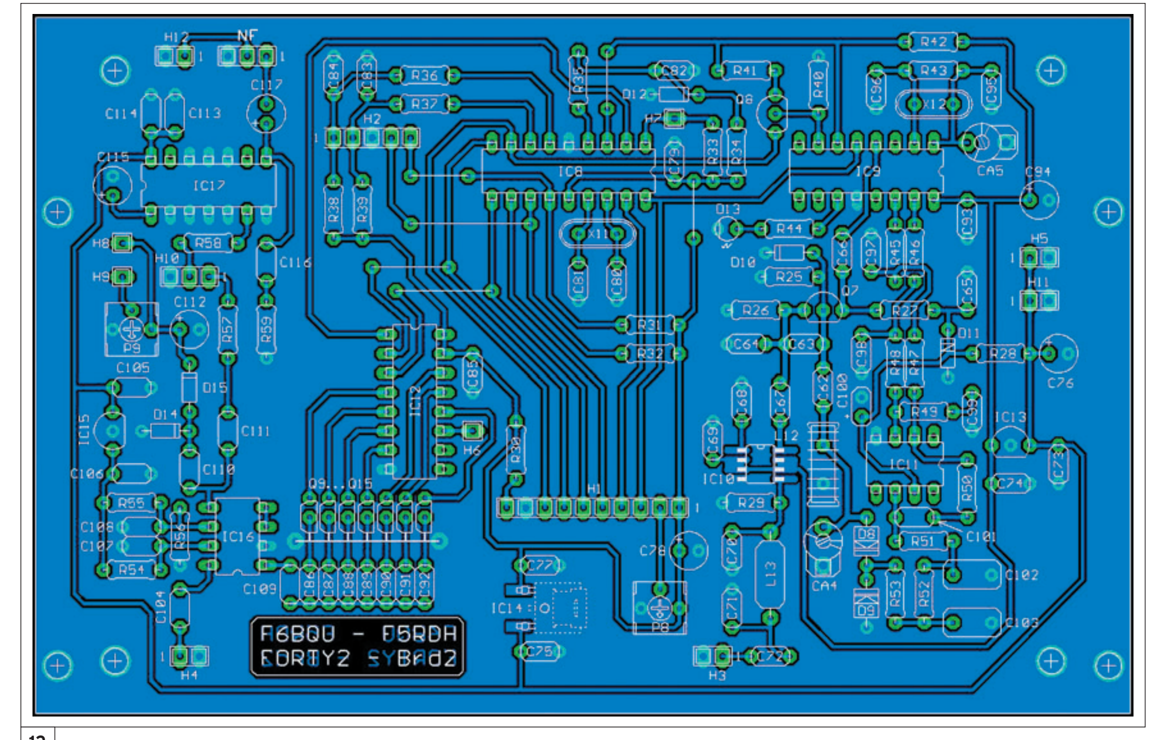
Pot1 à mi-course, il doit y avoir du souffle dans le haut-parleur. Vérifier que l'atténuateur est hors service et régler CA1, L4 et L5 pour avoir le maximum de souffle. Reprendre ce réglage plusieurs fois pour avoir un maximum franc et unique. Parfaire éventuellement par la suite, soit au générateur HF, soit sur la réception d'une station faible.

La valeur de la résistance ajustable P1 détermine le niveau d'atténuation HF. Moins de résistance augmente l'atténuation. L'atténuateur est mis en service par un appui prolongé sur "attn". La mise hors service se fait de la même façon. À régler le soir lorsque les signaux perturbateurs sont très puissants.

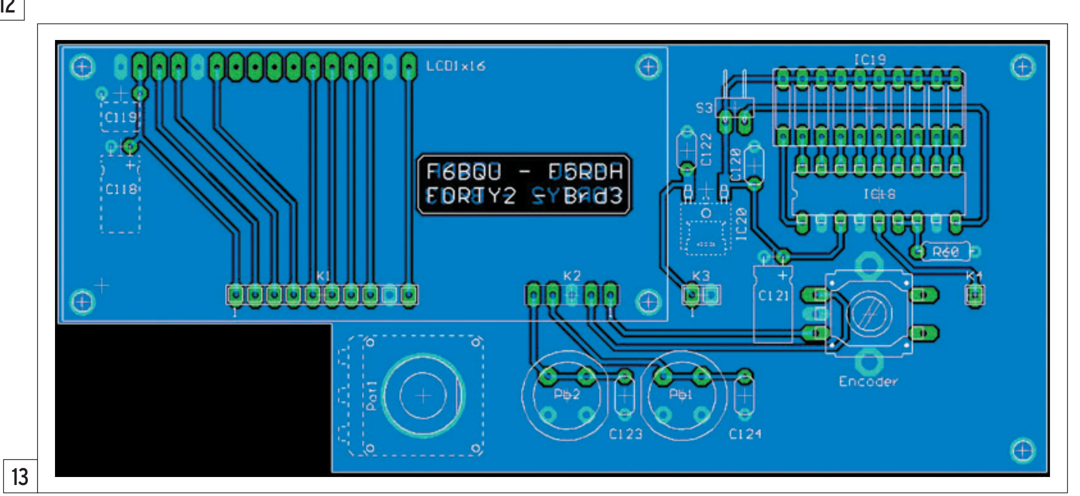
Le réglage du BFO (CA2) pour décoder la bande latérale inférieure (LSB), est fonction de



11



12



13

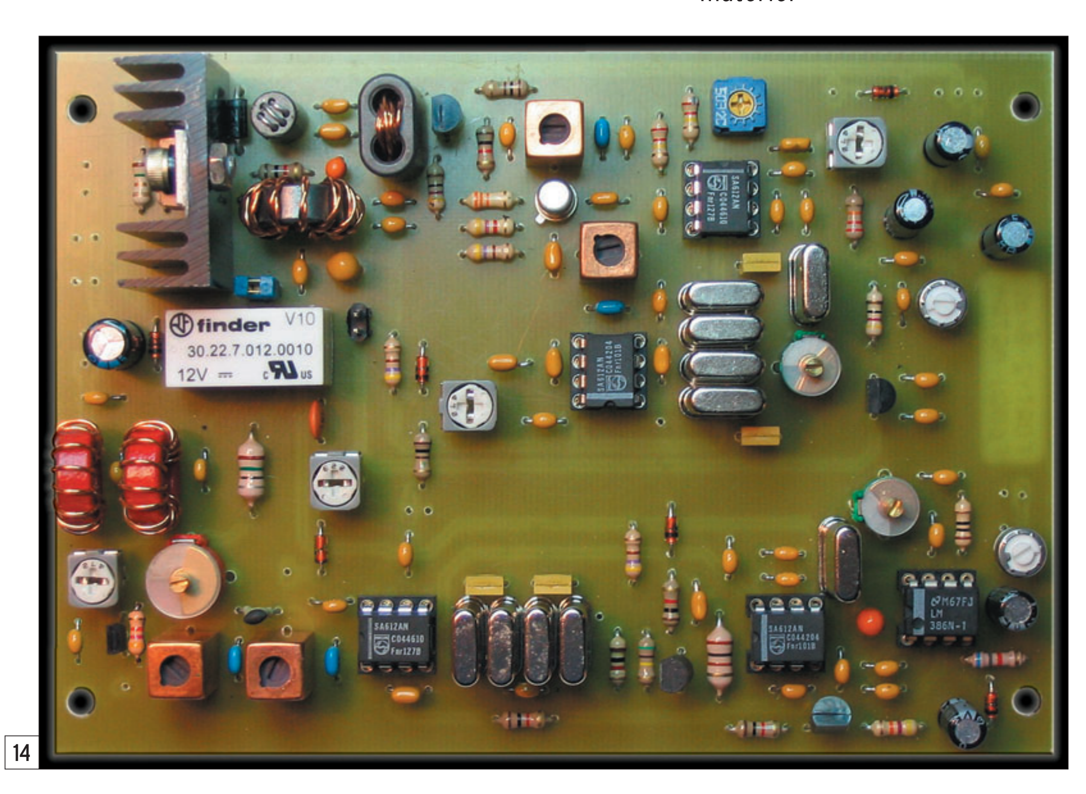
la valeur de la fréquence de résonance des quartz. Et celle-ci est variable suivant les fabricants. C'est pourquoi il est impératif de prendre tous les quartz, X1 à X10, de la même série, du même fabricant. Pour le réglage de CA2, procéder comme suit : placer CA2 au maximum de valeur (CA2 fermé). Mesurer la fréquence d'oscillation sur la broche 7 de IC2. Noter cette fréquence. Ajouter la valeur de 1,8 kHz, et régler CA2 jusqu'à lire cette dernière valeur sur le fréquencemètre. Exemple : CA2 au maximum de valeur, fréquence affichée 4 915,410 kHz. 4 915,410 + 1,8 = 4 917,210 kHz. Donc faire varier CA2 jusqu'à lire 4 917,210 kHz sur le fréquencemètre.

POUR LES PURISTES, QUELQUES COMPLÉMENTS D'INFORMATION

Pourquoi ajouter 1,8 kHz ? Ceci est la valeur centrale corrigée, de la largeur initiale du filtre à quartz. Pourquoi corrigée puisque la largeur calculée du filtre est de 4 kHz, et que cette valeur centrale devrait être de 2 kHz ? Le quartz résonne sur sa fréquence de résonance série avec une capacité en série de 30 pF. Comme CA2 (fermé au maximum) n'est que de 22 pF, les 200 Hz manquants correspondent aux 8 pF manquants.

Vérification du bon fonctionnement du CAG (contrôle automatique de gain) : Sans signal à l'entrée du récepteur, les tensions sur les broches 2 de IC1 et IC2 doivent être de 1,40 volt. Injecter un signal de 50 µV à l'entrée, la tension sur 2 de IC1 doit être voisine de 1,02 volt, et la tension sur 2 de IC2 doit être voisine de 0,88 volt. Les valeurs ne sont pas très critiques, il est par contre impératif que ces valeurs diminuent quand le niveau du signal à l'entrée augmente.

Vérifier le récepteur en branchant une antenne, et régler P3 pour qu'il n'y ait pas de distorsion sur les signaux audibles (normalement à mi-course).

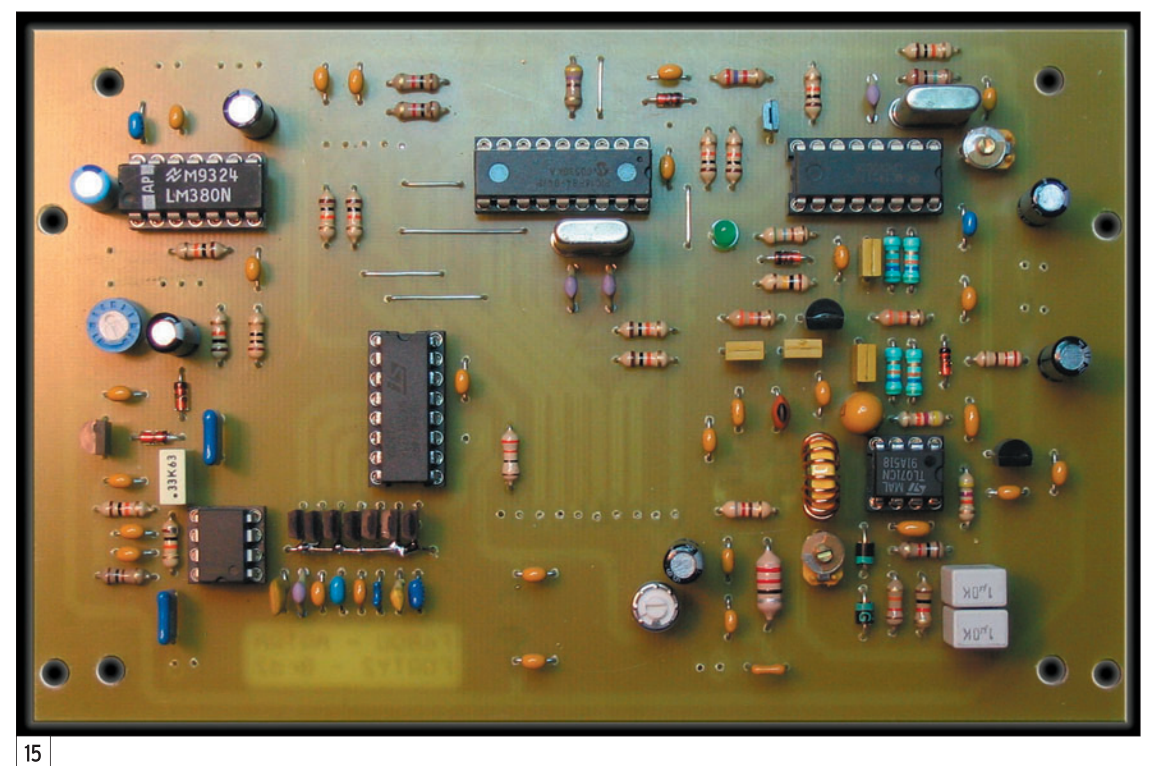


14

Réinjecter un signal de 50 µV à l'entrée, régler P9 pour allumer le bargraphe jusqu'à la huitième diode, correspondant à S9. Si le cavalier S3 est en place sur la platine face avant (board 3, CI **figures 10**, **13** et **16**), toutes les diodes Led jusqu'à la valeur maximum s'allument. S3 ôté, seule la diode Led de la valeur maximale s'allume. Ce qui peut être utile lors de l'utilisation sur batterie.

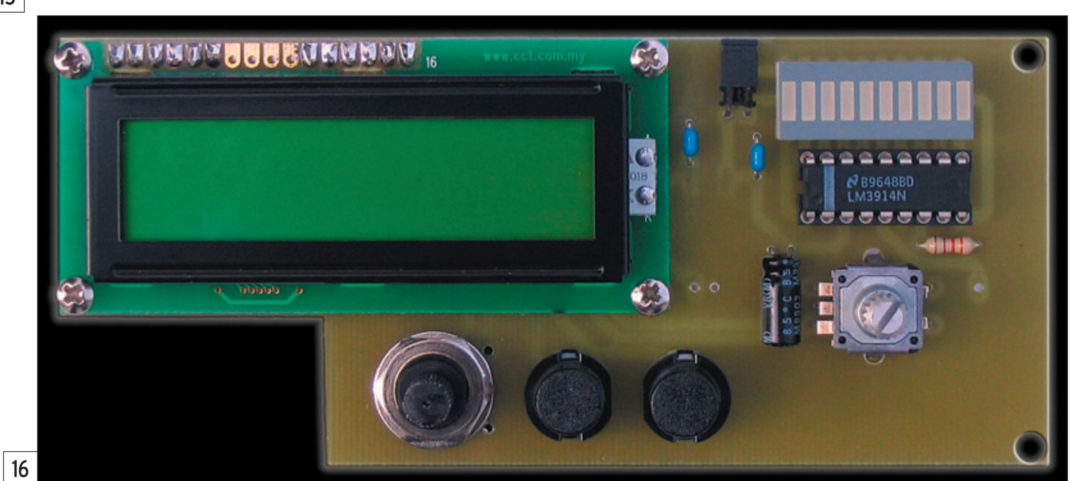
RÉGLAGE DU SYNTHÉTISEUR

Le synthétiseur, s'il a correctement été monté, doit fonctionner dès la mise sous tension. Vérifier la Led D13. Si elle clignote, le synthétiseur n'est pas verrouillé. Régler CA4 jusqu'à avoir un éclat fixe de D6 (utiliser un tournevis non métallique). Pour être plus précis, avec un voltmètre branché en sortie 6 de IC11, régler CA4 pour avoir 2,53 volts pour une fréquence affichée 7.070.0. Passer en limite haute de la bande (7,300 MHz), puis basse (7,000 MHz) et vérifier que le synthétiseur reste verrouillé. Dans le cas contraire, reprendre légèrement le réglage de CA4.



15

Il faut également vérifier l'exactitude de la fréquence affichée. Il faut comparer avec un autre récepteur étalonné, à affichage précis de la fréquence. Si la différence est inférieure à 100 Hz, l'ajustage précis se fait avec le condensateur ajustable CA5. Si la différence est supérieure à 100 Hz, il va falloir configurer IC8 pour lui indiquer la valeur de la correction. Pour ce faire, éteindre l'appareil puis le rallumer en appuyant simultanément sur le bouton-poussoir "RIT". L'afficheur LCD affiche "Shift +00.0 K". À ce stade, il faut rentrer la valeur du décalage en fréquence notée entre l'affichage du synthétiseur et celle du récepteur de référence. À l'aide de l'encodeur, afficher ce décalage (au pas de 100 Hz). En appuyant sur le bouton-poussoir "step" on choisit entre un décalage positif ou négatif.



16




17 – La face avant du Forty2.



18 – La face arrière du Forty2

La mémorisation de la valeur choisie se fait en appuyant sur le bouton-poussoir "RIT". Faire des essais en comparant avec le récepteur étalon ou un générateur HF. Le décalage restera en mémoire et sera actif à chaque mise sous tension. Terminer en corrigeant avec CA5 pour être pile sur la bonne fréquence. C'est plus facile à faire qu'à expliquer.

RÉGLAGE DE L'ÉMETTEUR

Le réglage de l'émetteur demande un peu plus d'attention.

Préréglages : P2, P4 et P5 au minimum (à fond dans le sens contraire des aiguilles d'une montre), P6 à mi-course

Cavalier sur S1 et pas de cavalier sur S2, ce qui permet d'alimenter la totalité du récepteur en passant en émission, sans alimenter pour autant l'étage de puissance émission.

Brancher une antenne fictive 50 ohms / 10 watts. Insérer un wattmètre TOS-mètre.

Oscilloscope branché sur la broche 6 de IC7, régler P2 de façon à avoir un signal de 200 à 220 mV crête à crête, valeur maximum admise par le SA612 pour ne pas générer de distorsions en sortie.

Appuyer sur la pédale du microphone. En agissant sur CA3, on entend le signal de la porteuse émission. Ajuster CA3 au battement nul entendu dans le récepteur du Forty2. En augmentant le gain micro avec P5, on s'entend parler. Attention à bien faire ce réglage pour ne pas être décalé en émission par rapport au correspondant. L'idéal est de mesurer la fréquence sur la broche 7 de IC6 et de régler CA3 sur la même fréquence que précédemment avec CA2 (4 917,210 kHz dans notre exemple).

Enlever le cavalier placé sur S1 et le placer sur S2 (position du cavalier en fonctionnement normal).

P5 à fond dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (gain micro à zéro), P6 à mi-course. Appuyer sur la pédale du microphone. Oscilloscope branché en parallèle sur la sortie antenne, visualiser le signal de résidu de porteuse.

Régler P6 au minimum de signal. Sans relâcher la pédale du microphone, prérégler L7 et L8 au maximum de signal.

Augmenter la valeur de P5 tout en sifflant dans le microphone. Le signal doit augmenter sur le wattmètre jusqu'à atteindre une valeur maximum entre 3 et 5 watts HF. Ne pas trop pousser ce réglage, la qualité de la modulation en dépend. Si l'aiguille du wattmètre dévie jusqu'à 5 watts sur un coup de sifflet, elle ne doit pas dépasser 2 watts en parlant normalement. Pas de crainte, la puissance crête est bien de 5 watts !

Le transistor Q6 est un transistor HF à grand gain. Ceci est intéressant pour pouvoir sortir 5 watts avec un minimum d'étages d'amplification, mais peut aussi amener ce transistor à auto-osciller. Si tel est le cas, placer un condensateur de 10 nF en série avec une résistance de 1 k entre base et collecteur de Q6, câblés sous le circuit et au plus court. Au contraire, si le montage d'origine n'auto-oscille pas, on peut essayer de remplacer R23 et R24 par des straps, ce qui permettra de sortir le maximum de puissance HF (comme sur mes prototypes).

Pour le réglage du compresseur de modulation, la meilleure position se trouve entre un quart et un tiers de la valeur de P4. À chacun de faire ses essais, mais attention à ne pas trop pousser !

Le bargraphe permet aussi d'afficher la puissance de sortie relative en émission. Régler P7 pour la déviation correspondant à celle du wattmètre de référence.

Bonne réalisation et bon trafic avec le Forty2 !

Luc PISTORIUS, F6BQU
(développement émetteur-récepteur, circuits imprimés, implantations et prototypes)
e-mail : l.pistor@infonie.fr
site : http://lpistor.chez-alice.fr

Jean-Marc EVEILLE, F5RDH
(développement synthétiseur et programme microcontrôleur)
e-mail : f5rdh@f5rdh.com
site : http://www.f5rdh.com

suite page 36 ☞

LISTE DES COMPOSANTS DE L'ÉMETTEUR/RÉCEPTEUR BLU COMPLET POUR LE 40 MÈTRES FORTY2

Les marquages des composants sont entre parenthèses.
Toutes les résistances 1/4 de watt.
Tous les condensateurs céramique multicouches, espacement 2 unités, sauf spécifications contraires.

COMPOSANTS HORS PLATINES

C125 : 1 nF (102)
Un connecteur jack stéréo 3,5 mm pour montage châssis
Un connecteur alimentation 2,5 mm pour montage châssis
Un connecteur BNC pour montage châssis
Un interrupteur miniature à levier pour montage châssis
Un connecteur micro 4 broches pour montage châssis

PLATINE ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR

(board 1, CI **figures 8**, **11** et **14**)

R23, R24 : 1,5 ohms (brun-vert-or)
R6 : 10 ohms (brun-noir-noir)
R21, R11 : 47 ohms (jaune-violet-noir)
R1, R20 : 100 ohms (brun-noir-brun)
R5, R15, R18 : 470 ohms (jaune-violet-brun)
R2, R4, R9, R10, R19, R22 : 1 k (brun-noir-rouge)
R17, R61 : 4,7 k (jaune-violet-rouge)
R7 : 6,8 k (bleu-gris-rouge)
R12 : 22 k (rouge-rouge-orange)
R16 : 33 k (orange-orange-orange)
R8 : 47 k (jaune-violet-orange)
R13, R14 : 220 k (rouge-rouge-jaune)
R3 : 510 k (vert-brun-jaune)
P3 : mini ajustable à plat 1 k
P1, P2, P5 : mini ajustable à plat 4,7 k
P7 : mini ajustable à plat 22 k
P6 : mini ajustable à plat 50 k
P4 : mini ajustable à plat 220 k
C61 : 1,5 pF (1p5)
C5 : 2,2 pF (2p2)
C11, C13, C42, C44 : 27 pF (270 ou 27p)
C12, C43 : 47 pF (470 ou 47p)
C9, C17, C18, C40, C41, C53 : 100 pF (101)
C4, C6, C48, C50 : 150 pF (151)
C1, C3 : 470 pF (471)
C2, C31, C33, C49 : 1 nF (102)
C7, C10, C14, C45, C47, C52, C55, C57, C127 : 10 nF (103)
C126 : 47nF (473)
C8, C15, C16, C19, C20, C21, C23, C24, C28, C29, C30, C36, C38, C39, C46, C51, C54, C59, C60 : 100 nF (104)
C37 : 220 nF (224)
C56 : 2,2 uF tantale
C26, C35 : 2,2 uF chimique radial
C22, C58 : 10 uF tantale
C32, C34 : 22 uF chimique radial
C25 : 47 uF chimique radial
C27 : 100 uF chimique radial
CA2, CA3 : 22 pF ajustable vert 7 mm
CA1 : 80 pF ajustable rouge 10 mm
IC1, IC2, IC6, IC7 : SA612 ou NE612
IC3 : LM386
IC4 : 78L05
IC5 : SSM2165-1 (CMS)
Q1 : DTC114
Q2 : BC548C
Q3 : 2SC1841
Q4 : 2N2222A
Q5 : 2SC2053
Q6 : 2SC1971 avec radiateur adapté (plus graisse silicone)
D1, D5 : Zener 6,2 V
D2, D3, D4 : 1N4148
D6 : 1N4007
D7 : 1N60
X1 à X10 : quartz 4 915 kHz
L1, L2 : 13 spires fil émaillé 0,5 mm sur tore T50-2
L3 : self moulée 15 uH axiale (brun-vert-noir)
L6 : self moulée 100 uH axiale (brun-noir-brun)
L4, L5, L7, L8 : selfs Néosid 5164
L9 : 5 spires deux fils émaillés 0,5 mm en parallèle sur ferrite 2 trous BN43-202
L10 : self de choc VK200 entièrement bobinée avec sorties radiales
L11 : 10 spires deux fils émaillés 0,5 mm torsadés sur tore FT50-43
RL1 : relais 12 volts 2RT
Cinq supports DIL8 (tulipe)
Deux supports cavaliers et un cavalier

PLATINE SYNTHÉTISEUR ET FILTRES BF

(board 2, CI **figures 9**, **12** et **15**)

R59 : 10 ohms (brun-noir-noir)
R30 : 15 ohms (brun-vert-noir)
R54 : 100 ohms (brun-noir-brun)
R28 : 220 ohms (rouge-rouge-brun)
R26, R27 : 330 ohms (orange-orange-brun)
R35 : 470 ohms (jaune-violet-brun)
R44 : 560 ohms (vert-bleu-brun)
R29 : 820 ohms (gris-rouge-brun)
R36, R37, R51, R52 : 1 k (brun-noir-rouge)
R41 : 2,2 k (rouge-rouge-rouge)
R31, R32, R33, R34, R38, R39, R40, R42, R55, R56, R57, R58 : 10 k (brun-noir-orange)
R53 : 12 k (brun-rouge-orange)
R49, R50 : 47 k (jaune-violet-orange)
R45, R46, R47, R48 : 56 k (vert-bleu-orange)
R25 : 100 k (brun-noir-jaune)
R43 : 1 M (brun-noir-vert)
P8 : mini ajustable à plat 10 k
P9 : mini ajustable à plat 470 k
C67 : 3,3 pF (3p3 ou 339)
C63, C64 : 33 pF (330)
C86, C95 : 47 pF (470)
C80, C81, C96 : 56 pF (560)
C87 : 82 pF (820)
C62, C66, C87 : 100 pF (101)
C88 : 120 pF (121) + 15 pF (150)
C89 : 150 pF (151)
C70 : 180 pF (181)
C90 : 220 pF (221)
C91 : 390 pF (391)
C71 : 470 pF (471)
C92 : 680 pF (681)
C68, C109 : 1 nF (102)
C72 : 2,2 nF (222)
C93, C114 : 10 nF (103)
C97, C98 : 15 nF (153)
C65, C69, C73, C74, C75, C77, C79, C82, C83, C84, C85, C105, C106, C107, C108, C113, C116 : 100 nF (104)
C99, C101 : 220 nF (224)
C110 : 330 nF (334)
C104, C111 : 680 nF (684)
C102, C103 : 1 uF non polarisé



C112 : 1 uF chimique radial
C115 : 4,7 uF chimique radial
C76, C78, C94, C100 : 47 uF chimique radial
C117 : 220 uF chimique radial
CA4, CA5 : ajustable 10 pF
IC8 : PIC 16F84 programmé (le fichier hexa est disponible en téléchargement sur mon site ou celui de l'ARTRA)
IC9 : MC145170-2
IC10 : MC12080
IC11 : TL071
IC12 : 4094
IC13 : 78L05
IC14 : 78M05 (CMS)
IC15 : 78L06
IC16 : MAX293
IC17 : LM380-14
Q7 : 2SK937
Q8 : 2SA933
Q9 à Q15 : DTC114
D8, D9 : 11EQS04
D10, D12 : 1N4148
D11 : Zener 10 V
D13 : Led 3 mm
D14, D15 : 1N60
X11 : quartz 4,000 MHz
X12 : quartz 12,000 MHz
L12 : 15 spires fil émaillé 0,5 mm sur tore T37-6
L13 : self moulée 15 uH (brun-vert-noir)
Deux supports DIL8 (tulipe)
Un support DIL14 (tulipe)
Deux supports DIL16 (tulipe)
Un support DIL18 (tulipe)
Fichier hexa pour 16F84 téléchargeable sur nos sites

PLATINE FACE AVANT

(board 3, CI **figures 10**, **13** et **16**)

R60 : 3,3 k (orange-orange-rouge)
C119, C120, C122, C123, C124 : 100 nF céramique multicouche (104)
C121 : 47 uF chimique radial
C118 : 100 uF chimique radial
IC18 : LM3914
IC19 : bar graphe 10 Led
IC20 : 78M05 (CMS)
Pot1 : potentiomètre logarithmique 10kB
Pb1, Pb2 : boutons poussoirs 2 circuits pour circuit imprimé type D6
Un encodeur rotatif pour circuit imprimé
Un afficheur LCD 1 ligne de 16 caractères LTN114 (CMC116L01)
Un support cavalier et un cavalier.

CIRCUITS IMPRIMÉS, BOÎTIERS USINÉS, KITS, PLATINES MONTÉES ET RÉGLÉES

ARTRA (Association des Réalisations et Techniques Radio-Amateurs)
51a, Grand' Rue
68470 HUSSEREN-WESSERLING
http://www.artra-qrp.com

COMPOSANTS AU DETAIL :

DAHMS ELECTRONIC
11, rue Ehrmann
67000 STRASBOURG
http://www.dahms-electronic.com



